



El mundo de la química

Los productos químicos

La importancia de un elemento o de un compuesto es relativa, depende enteramente del contexto en el cual es evaluado o estudiado. Su relevancia puede estar relacionada, entre otros, con el uso industrial del elemento, con el aspecto que presenta en la naturaleza y con su función en el mantenimiento de la vida de los organismos o del medioambiente.

En los fascículos 12, 13 y 14 conocerás algunos productos químicos tomando como referencia el consumo mundial actual de los elementos en materiales manufacturados. Así, también se presentan los principales productos químicos industriales en el mundo.

Los productos que aparecen a continuación están formados principalmente por los elementos hidrógeno, carbono, oxígeno, fósforo, nitrógeno, cloro, azufre, sodio, silicio, hierro, calcio y aluminio, y pertenecen a los denominados “cincuenta grandes” productos químicos. Esto nos permite tener una idea de lo fundamental que es la industria química en las sociedades actuales.



Elementos en materiales manufacturados



Hierro

El hierro se encuentra formando parte de ciertos minerales, principalmente óxidos tales como la magnetita Fe_3O_4 , la hematita Fe_2O_3 y la limonita –goetita– FeOOH o $1/2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; y carbonatos como la siderita FeCO_3 . De estos minerales, los más abundantes son la hematita (fotografía a la izquierda) y la limonita de los cuales se extraen las tres cuartas partes del hierro que se obtiene en el mundo.

A grandes rasgos, los minerales de hierro se localizan en los escudos y macizos antiguos en los que se ha desarrollado un largo proceso de mineralización y, a veces, en algunas zonas cercanas a cordilleras importantes, donde su levantamiento ha servido para traer depósitos metálicos hacia la superficie o cerca de ella.

Hay que destacar que una buena fuente secundaria para obtenerlo, dadas las características de perdurabilidad de algunos de sus compuestos utilizados, es la chatarra, especialmente mediante su fundición en hornos eléctricos en las áreas que carecen de carbón.

La industria siderúrgica es la que transforma al mineral de hierro en acero y en otras aleaciones diversas que, a su vez, constituyen las materias primas que conforman el material de trabajo de muchas otras empresas.

Además de mineral de hierro esta industria emplea coque, caliza y una serie de metales como manganeso, níquel, cromo y vanadio, los cuales permiten obtener ciertas aleaciones.

90

Un poco de historia

El Dr. Gustavo Ascanio (foto) es una figura pionera en los estudios del hierro en Venezuela. Fue investigador en el área de la exploración y extracción del mineral de hierro para el Ministerio de Minas e Hidrocarburos, la Orinoco Mining Company y el Ministerio de Energía y Minas. Su trabajo de incorporación a la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales se titula: *El mineral de hierro*.

El Dr. Ascanio ocupó el sillón XVI de esta Academia al ser incorporado el 31 de mayo de 1989. Falleció el 6 de febrero de 1998, luego de haber contribuido con el desarrollo de nuestra minería extractiva.



Cortesía: Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales

A pesar de que el uso del hierro se remonta a épocas antiguas de nuestra civilización, más de 2000 años a.C., y a pesar de que una era de la civilización honra el comienzo de su uso rutinario por parte de la sociedad con su nombre, fue sólo a partir de la Revolución Industrial, ocurrida entre los siglos XVII y XIX, cuando se originó la industria siderúrgica que conformó la base de todas las demás actividades industriales.

El hierro es el más abundante de los metales de transición, constituye el 4,7% de la corteza terrestre. El **hierro puro** es blanco plateado, se oxida rápidamente en presencia del aire húmedo y si bien fue utilizado por algunas civilizaciones antiguas para la generación de utensilios y armamentos mejores a los existentes, el descubrimiento del notable incremento en su dureza cuando se le incorporaba carbón a su estructura aumentó de forma importante su uso y aplicaciones.

Las ventajosas características del hierro son su gran dureza, maleabilidad y tenacidad, lo que hace posible darle distintas formas: fundirlo para luego moldearlo en caliente o mezclarlo para formar aleaciones, aleaciones por cierto tan variadas que algunas pueden hacerle perder algunas condiciones.

El hierro puro tiene una densidad elevada y la mayor desventaja para su uso es la facilidad con que se oxida y corroe al mantenerse en contacto con nuestra atmósfera común de vida. Si bien los efectos debidos a la corrosión pueden ser subsanados mediante aleaciones con otros elementos, los de su densidad no. Por ello, el aluminio puro o en ciertas aleaciones de menor densidad, y con mayor estabilidad química al ambiente, está siendo empleado cada vez más en aplicaciones que hasta hace poco le eran exclusivas al hierro.

Sin embargo, el hierro es insustituible para algunos usos, por lo que se trata de corregir algunas de sus desventajas mediante aleaciones con otros metales y con el carbono. Así, el acero es hierro con una pequeña parte de carbono (1%) y otros metales, con lo cual el aumento de su dureza es significativo.

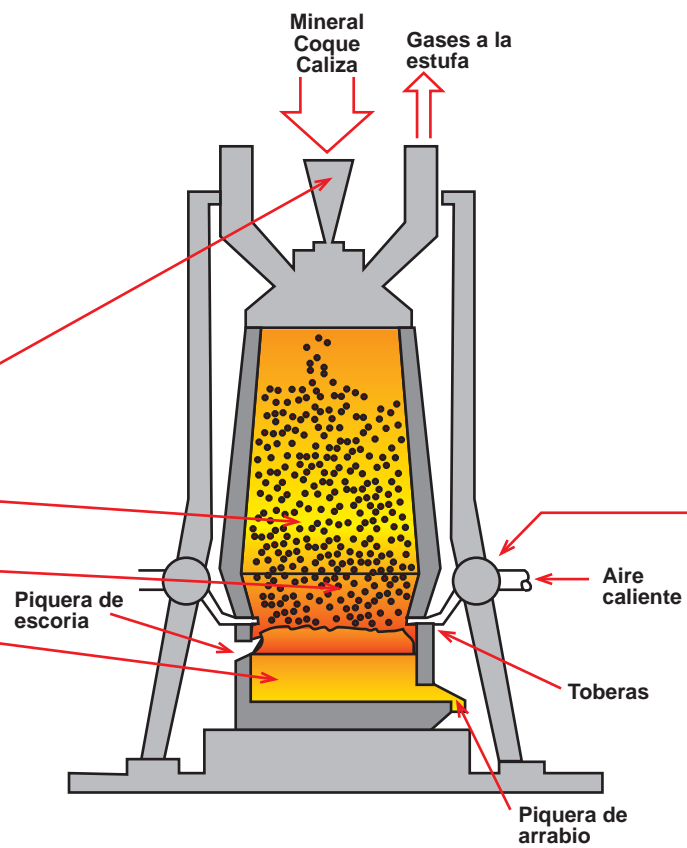


Los minerales de hierro más apreciados son los óxidos y el carbonato, que pasa a óxido por calcinación. La reducción del hierro a partir de los óxidos se lleva a cabo en un alto horno, actuando como reductor el carbón de coque, el resto de la destilación seca de la hulla y el CO:



Un alto horno tiene forma de cuba de unos 30 m de alto y 8 m de diámetro. El interior está recubierto por material cerámico refractario y consta de las siguientes partes:

- **Tragante** o abertura superior con cierre en forma de campana que se abre al echarle el mineral y el carbón de coque.
- **Cuba** en forma de tronco de cono, con la base mayor en la parte inferior.
- **Etalaje**, también en forma de tronco de cono cuya base mayor está unida a la cuba. Tiene menos altura que ésta.
- **Crisol**, situado en la parte inferior del horno. Recoge los materiales fundidos: el hierro fundido y la escoria que flota sobre el hierro. Éstos se retiran por sendas piqueras, la del hierro (arrabio) situada en la parte inferior del crisol y la de la escoria en la superficie.
- Por encima del crisol, unos potentes **ventiladores** insuflan aire caliente que aviva la combustión.



¿Cómo sabes que has tenido un encuentro con la corrosión?

Cuando observes el cambio y destrucción paulatina de cuerpos metálicos por acción de agentes externos conocerás qué es la corrosión. La corrosión del hierro es una reacción química en la que, por ejemplo, el oxígeno molecular y el agua presentes en el aire reaccionan con el hierro metálico para formar una capa de metal oxidado. La herrumbre es óxido de hierro (III) hidratado, de fórmula $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, siendo n un número variable que indica el número de moléculas de agua que contiene el compuesto.

La oxidación del hierro y la corrosión de sus materiales se acelera en ambientes húmedos, al aire libre y, sobre todo, en sitios cercanos al mar.

La forma de corrosión conocida como óxido (herrumbre) es muy dañina para objetos fabricados con metal, ya que puede deformar y debilitar su estructura. Sin embargo, existen formas de oxidación que son útiles porque constituyen una capa protectora sobre la superficie del metal, que impide que éste se corra de manera más profunda y cambie el aspecto del objeto.

Factores que aceleran la corrosión

- El tipo de metal ya que, por ejemplo, el cromo se corroe más lentamente que el hierro mientras que metales valiosos tales como la plata esterlina, el platino y el oro se corroen muy lentamente.
- El medioambiente juega un papel importante en la rapidez con que se corroen los metales. Por ejemplo, los metales se corroen más rápidamente en climas calientes y húmedos que en climas fríos y secos.
- Sustancias químicas como el cloro y el cloruro de sodio aumentan drásticamente la rapidez de corrosión de algunos objetos. De allí los grandes problemas de corrosión presentes en las zonas marinas.

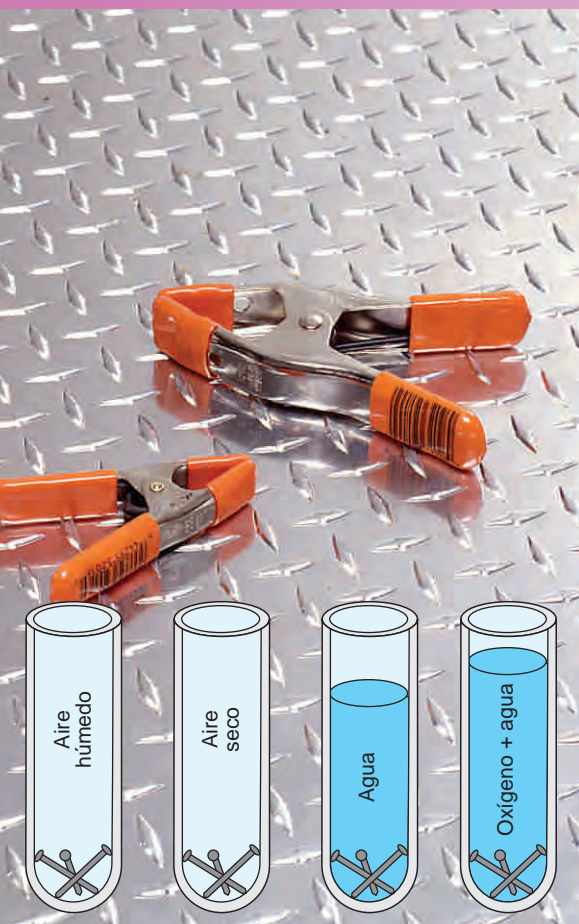
¿Puede eliminarse la corrosión?

No se puede eliminar, pero se puede disminuir. ¿Cómo?

- Por ejemplo, usando acero inoxidable, una mezcla de cromo y acero que forma una capa de óxido de cromo, la cual al oxidarse más lentamente que el hierro disminuye el proceso de corrosión.
- Pintar es el método más corriente para prevenir la oxidación en barcos, vehículos y puentes. La pintura que se utiliza contiene plomo o zinc porque previene la corrosión. El minio con el que se protege el hierro contiene óxido de plomo.
- Engrasar las herramientas y las diferentes partes móviles de las máquinas con una capa de grasa o de aceite.
- Cubrir el objeto o material con un metal que no se oxide o lo haga mucho más lentamente mediante, por ejemplo, un proceso de galvanización. Otra forma es la de acoplar electrodos secundarios de "sacrificio", por ejemplo de magnesio, que sean los que se oxiden en lugar del hierro.

Es hora de ser creativos

Ordena los siguientes tubos según la rapidez relativa de corrosión del hierro: clavos de hierro y aire húmedo, clavos de hierro y aire seco, clavos de hierro y agua, y clavos de hierro en oxígeno y agua.



Los aceros





El hierro fundido o arrabio contiene un 4% de carbono y cantidades variables de otros elementos como silicio, manganeso, azufre y fósforo. Si se funde de nuevo se obtiene hierro colado que se emplea en piezas de moldeado. Aunque es muy duro resulta quebradizo para piezas de maquinarias.

A partir del arrabio se obtiene el acero eliminando parte del carbono y otros elementos mediante un proceso de oxidación en el que se utiliza oxígeno caliente y a presión.

El acero es un hierro cuyo contenido en carbono oscila entre el 0,5 y el 1,7%. Mediante tratamiento térmico o agregando otros metales, se obtienen aceros especiales que poseen propiedades adecuadas para distintas aplicaciones tecnológicas:

- Si el acero se calienta a elevada temperatura y posteriormente se somete a un enfriamiento rápido, proceso que se denomina temple del acero, su dureza aumenta pero se hace más quebradizo.
- Si se calienta al rojo vivo y luego se enfría lentamente, que es el llamado recocido del acero, pierde dureza y se hace más plástico.
- Si se funde con otros metales se obtienen aceros de características especiales, como los que aparecen en el siguiente cuadro.



Tipos de aceros	Características	Algunos usos	
Al níquel (2 - 4% Ni)	Con un 36% de este metal posee un coeficiente de dilatación prácticamente nulo. Si la proporción de níquel es menor, el acero ofrece gran resistencia a la corrosión y es muy duro pero elástico.	Aparatos de precisión, engranajes, cables.	
Al cromo-vanadio (1-10% Cr / 3-8% V)	De gran tenacidad y resistencia química. El acero inoxidable contiene un 18% de cromo y un 8% de vanadio.	Ejes y otras piezas de automóvil.	
Al wolframio (10-20% W/3-8% Cr)	Conserva el temple a elevadas temperaturas.	Utilizado para máquinas, herramientas cortantes rápidas, brocas y limas.	
Al molibdeno (6-7% Mo)	Duro incluso a altas temperaturas.	Para fabricar máquinas cortantes rápidas (aceros rápidos).	

El aluminio

La bauxita, un óxido de color marrón rojizo, es la fuente principal del aluminio. Cuando se calienta con carbón se produce óxido de aluminio, un polvo blanco que por electrólisis produce aluminio.

El aluminio es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre después del oxígeno, el silicio y el hierro. Sin embargo, su concentración no suele ser tan grande como la del hierro por lo que se necesitaría procesar una mayor cantidad de mineral para obtener una tonelada de este metal, si se compara con lo que se debe procesar para obtener el hierro.

Ya que el aluminio es más reactivo que el hierro debería oxidarse más rápidamente (ver escala de reactividad de los metales) pero en apariencia no lo hace. Lo que ocurre es una rápida reacción de oxidación del aluminio que forma una capa exterior de Al_2O_3 que no se desprende, como sucede con la herrumbre, e impide que el oxígeno siga atacando al aluminio.

Es el metal más usado en el mundo entero. Las industrias de transporte aéreo y terrestre lo emplean como componente estructural debido a su resistencia y baja densidad. El aluminio ha hecho que los autos y los aviones sean menos pesados, requiriendo un menor consumo de combustible para su movilización. Es también un excelente conductor de la electricidad, por lo que se utiliza para elaborar las más resistentes líneas de transmisión de electricidad.



La bauxita: Un recurso mineral importante para Venezuela

La bauxita es el mineral que contiene una proporción de aluminio suficientemente elevada como para justificar su explotación (25% de este metal). Está formada por depósitos de arcilla de tipo laterítico, que constituyen acumulaciones de óxido de aluminio (junto con óxidos de hierro y silicatos) formados mediante un proceso climático relativamente largo.

94

Los países que producen mayor cantidad de bauxita son: Venezuela, Australia, Guinea, Jamaica, Brasil, China, India, Surinam y otros que, en su mayoría, forman parte del llamado mundo en desarrollo.

En Venezuela, los principales yacimientos de bauxita se encuentran en los Pijiguaos (foto), al oeste del estado Bolívar (unos 60 km al sur de La Urbana, junto al río Suapure). Otros yacimientos están localizados en las proximidades de Upata y en la Gran Sabana.

¿Sabías que...?

Para producir una tonelada métrica de aluminio es necesario consumir entre 15.000 y 20.000 kilovatios de electricidad. Este elevado consumo energético se explica porque la separación del aluminio se hace por electrólisis, y para ello es necesario fundir la alúmina pasándola a través de una corriente eléctrica muy intensa. La necesidad de contar con una fuente de energía eléctrica barata, obliga a que las plantas metalúrgicas de aluminio se ubiquen cerca de las centrales hidroeléctricas y no de los yacimientos de bauxita.

Interesante

En los últimos años, el valor de las exportaciones venezolanas de lingotes y productos de aluminio (papel de aluminio, planchas, perfiles, tubos, cables, artículos de cocina, ruedas de diferentes tipos, etc.) ha alcanzado el segundo lugar después de las petroleras, superando, incluso, las exportaciones de hierro y sus derivados que tradicionalmente ocupaban ese segundo puesto



Aluminio y metalurgia

No hay duda de que las relucientes pepitas metálicas que se encuentran entre la arena y las rocas fascinaron a los hombres primitivos, simplemente por su apariencia. Sin embargo, en algún momento alguien descubrió que los metales se podían configurar en herramientas.

Los primeros metales utilizados fueron, sin duda, aquellos existentes en estado natural. Después se encontró que al calentar algunas rocas con carbón, en una hoguera, se producían metales. Ahora hemos comprobado que estas rocas contienen compuestos metálicos que se pueden reducir al estado metálico por reacción con carbón (carbono) o con el monóxido de carbono obtenido por la combustión parcial del carbón. Probablemente el cobre fue el primer metal producido en esta forma. Más tarde se supo que de las rocas que contenían compuestos de cobre y de estaño se podía obtener bronce y así ocurrió la primera aleación fabricada. Éste fue el origen de la metalurgia.



Laboratorio de metalurgia.

Metalurgia es el estudio científico de la producción de metales a partir de sus menas y la fabricación de aleaciones que tienen diversas propiedades útiles.

La bauxita también se utiliza como una fuente de galio, el elemento que está debajo del aluminio en la tabla periódica. El galio es importante en la preparación de arseniuro de galio para dispositivos de estado sólido, incluso láseres para reproductores de discos compactos.

95

Interesante

El drano sólido es un destapador de cañerías que consiste en una mezcla de pedazos pequeños de aluminio metálico e hidróxido de sodio sólido. Cuando se le añade agua, el aluminio reacciona con el NaOH (ac) y produce gas hidrógeno en una reacción altamente exotérmica que destapa la cañería.

¿Sabías que...?

El corindón es un mineral duro de óxido de aluminio Al_2O_3 . El óxido puro es incoloro pero en presencia de impurezas puede tomar diversos colores. El zafiro (azul) y el rubí (rojo) son corindón de calidad de gema.



Ácido sulfúrico (H₂SO₄): El rey de los productos químicos

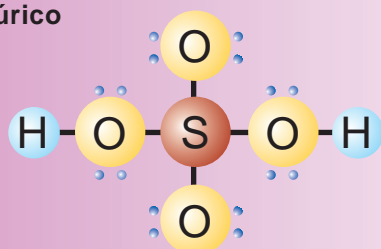
En Estados Unidos el azufre se encuentra en forma muy pura en depósitos subterráneos a lo largo de la costa del Golfo de México. En Venezuela se producen grandes cantidades de este elemento a partir del petróleo.

El azufre es la materia prima para la producción del ácido sulfúrico, la principal sustancia química comercial por tener una amplia variedad de usos en metalurgia. Se utiliza en refinado de petróleo, baterías de automóviles, fabricación de fertilizantes y en muchos otros productos.

El ácido sulfúrico también puede producirse, directamente, a partir del dióxido de azufre proveniente de la fundición de cobre o de plomo, proceso que requiere extremar los cuidados ambientales pues si no se recupera el dióxido de azufre se contamina el entorno.



Estructura Lewis del ácido sulfúrico

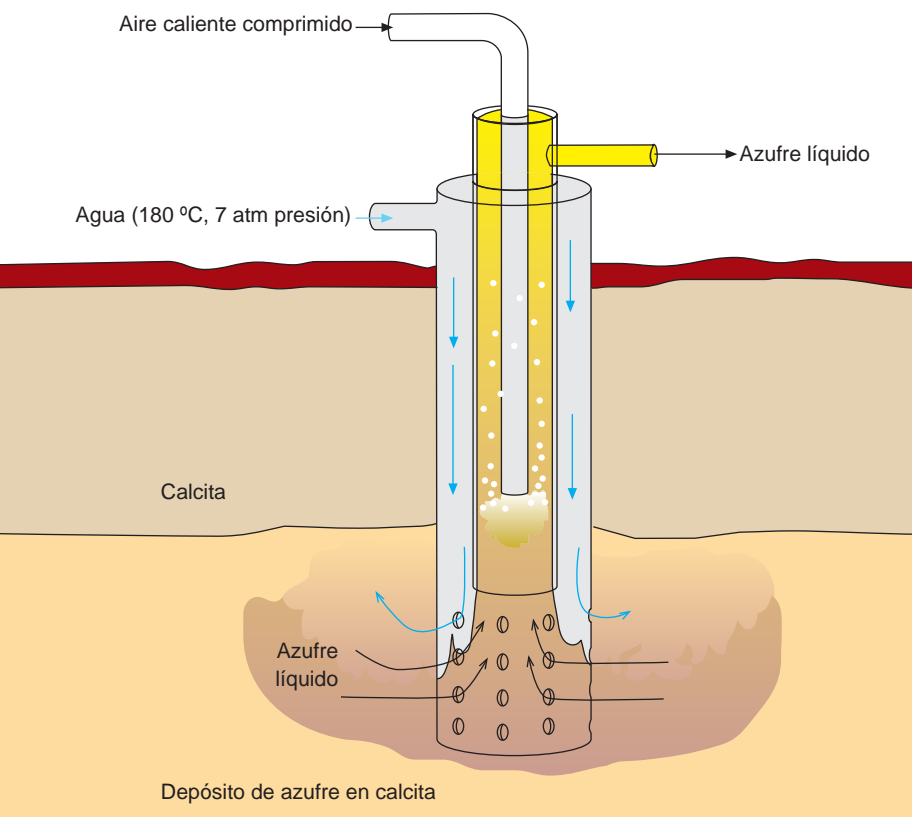


96

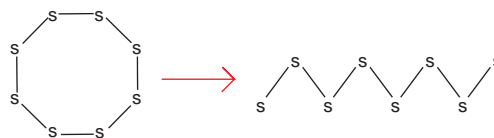
¿Sabías que...?

La producción de ácido sulfúrico es uno de los índices del desarrollo de la industria química de un país. Esto se debe a sus múltiples aplicaciones.

Proceso de extracción del azufre por el proceso Frasch



El azufre monoclinico funde a 119 °C para formar una capa de líquido amarillo pálido que consiste en anillos S₈. A unos 200 °C el líquido se torna espeso y la explicación de este fenómeno es la siguiente: a unos 150 °C la energía causa la rotura de los anillos S₈ para formar cadenas de átomos de azufre.



Estas cadenas se unen unas con otras para formar cadenas aún más largas que al seguirse uniendo hacen que el líquido se torne espeso.